

# Empresas y cadenas de valor en la industria electrónica en México

**Sergio Ordóñez**

## Introducción

La importancia del estudio de la industria electrónica en México radica en su papel fundamental en la dinámica económica de los países en el marco de la nueva fase de desarrollo del capitalismo a la que aquí se denomina capitalismo del conocimiento. Ello es así al considerar que su principal característica general es la constitución del conocimiento como su principal fuerza productiva a partir del estrechamiento del vínculo entre ciencia y producción y de ésta y el almacenamiento de la ciencia y el conocimiento en forma directamente accesible y aplicable a la producción (Ordóñez, 2004). La nueva fase de desarrollo supone, por tanto, una cercanía sin precedente de la relación entre el sector científico-educativo y la producción y los servicios sociales, estos últimos articulados y dinamizados por el sector electrónico-informático (SE-I), es decir, por el conjunto de actividades productivas y de servicios que tienen como fundamento tecnológico a los circuitos integrados y el *software*, lo que conforma un nuevo ciclo industrial (Dabat y Ordóñez, 2003).<sup>1</sup> Éste se articula con una nueva forma de producción, resultado de la confluencia de los métodos japoneses de producción y organización del trabajo con la revolución tecnológica basada en la informática y las comunicaciones, y su aplicación en el control y automatización de la maquinaria y equipo de producción.

Lo anterior, en su conjunto, determina una nueva dinámica económica, que consiste en ciclos de crecimiento más largos y de mayor dinamismo con períodos recesivos más cortos (Ordóñez, 2004).

La conformación del SE-I como nuevo eje dinámico y articulador del crecimiento se traduce en un redespliegue espacial de la producción mundial que trae consigo el surgimiento de una nueva división global del trabajo, en la cual tiende a redefinirse la jerarquía de los países, las regiones y las localidades, en favor de aquéllos que se integran al SE-I y desarrollan procesos de aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial (Dabat y Ordóñez, 2003).

1. Se considera más apropiada la denominación electrónico-informático, al acentuar el papel fundamental del elemento informático en la nueva industria electrónica, a diferencia de la industria electrónica anterior basada en la producción militar-espacial y la electrónica de consumo. Quedan incluidos, además, los servicios asociados a la nueva industria electrónica. Para una descripción detallada, véase Dabat y Ordóñez, 2003.

Académico del Instituto  
de Investigaciones Económicas  
de la UNAM  
<serorgu@avantel.net>

México se integra en la división internacional del trabajo del SE-I durante los años noventa mediante el desarrollo de una nueva industria electrónica de exportación a partir de la incorporación en el país de las principales empresas transnacionales, así como de la producción de productos finales del complejo de computadoras (computadoras y equipo periférico), electrónica de consumo (televisores), equipo de telecomunicaciones (telefonía alámbrica e inalámbrica) y, secundariamente, de semiconductores para la exportación (Ordóñez, 2004A). Ello es resultado de la combinación de los siguientes procesos internacionales:

1. El despliegue de la revolución informática, en particular el desarrollo del *software*, permite que el conocimiento se convierta en la nueva fuerza productiva principal, y su valorización en una contratendencia al descenso de la tasa de ganancia,<sup>2</sup> por lo que en el ámbito de las cadenas de valor internacionales, las empresas que valoricen las actividades de mayor contenido en conocimiento serán las que más se beneficien de la nueva contratendencia. De ello se deriva una nueva división interindustrial del trabajo en la que las empresas Original Equipment Manufacturing (OEM) y Original Design Manufacturing (ODM)<sup>3</sup> buscan concentrarse en actividades de diseño, comercialización y distribución de marcas y separarse de las actividades manufactureras, desarrolladas por nuevos contratistas manufactureros (CM), los cuales proporcionan tecnología de punta y abaten costos de producción y de tiempo de rotación del capital (ciclo del producto), así como canales de distribución globales.<sup>4</sup> Ello trae consigo la intensificación de la deslocalización internacional de los eslabonamientos productivos del SE-I, particularmente desde Estados Unidos hacia países como México (Ordóñez, 2003)
2. La concreción del TLCAN, al dar lugar a un salto en el monto de la inversión extranjera directa (IED) en la manufactura y en particular en la industria electrónica para aprovechar las ventajas de localización en el acceso al mercado norteamericano (Ordóñez, 2004A)
3. El proceso anterior, junto con la crisis del sudeste asiático en 1997 y 1998, origina un movimiento de relocalización de la industria instalada en esa región debido al efecto combinado de dos procesos: a) el incremento relativo de los costos laborales de los

2. Puesto que la composición orgánica del capital de las actividades intensivas en conocimiento implica una proporción muy reducida de capital constante y una alta proporción de capital variable, consistente en trabajo complejo intelectual, altamente calificado. Ordóñez, 2004.

3. Original Equipment Manufacturing (OEM) y Original Design Manufacturing (ODM) son empresas que originalmente desarrollaban la manufactura y el diseño de sus productos y componentes, los cuales ahora subcontratan con los nuevos contratistas manufactureros, los que establecen nuevas cadenas mercantiles con sus proveedores, Ordóñez, 2003.

4. El mismo proceso conduce al surgimiento de nuevas empresas proveedoras de servicios a la producción en las que las empresas OEM-ODM y los contratistas manufactureros contratan servicios de asistencia técnica y administrativa. Ernst 1998b y 1997 y Borras y Zysman, 1997.

principales exportadores de la región y la revaluación de sus monedas que antecede a la crisis,<sup>5</sup> y b) las ventajas de localización y de acceso al mercado estadounidense de México (Dabat y Toledo, 2000) con la consiguiente posibilidad de una integración industrial regional para el abastecimiento de ese mercado. Este proceso pierde dinamismo en los últimos años de los noventa debido al incremento del costo laboral unitario en México (resultado de la apreciación del peso) y a la pérdida de competitividad respecto a sus competidores, a lo cual se agrega el efecto de la recesión mundial a partir de 2001 (Ordóñez, 2004A)

En este trabajo se estudia el desarrollo reciente de algunas empresas electrónicas en México y su inserción en las cadenas de valor y de esa manera aproximarse a una caracterización general de las cadenas de valor de la industria electrónica en la economía mexicana. Para ello se describe el compartimiento reciente de la industria electrónica y posteriormente se expone la cadena de valor de la industria electrónica en general, considerada en un sentido amplio, para concluir con el estudio de las empresas electrónicas en México.

### Dinamismo reciente de la industria electrónica<sup>6</sup>

El entorno internacional, así como la apertura comercial y la desregulación de la economía mexicana, presentes desde los años ochenta, permiten que a partir de 1992 la industria electrónica en su conjunto (segmentos reconvertido y de “maquila”) incremente de manera notable su intercambio internacional, en particular sus exportaciones, convirtiéndose desde entonces el déficit comercial de los años precedentes en superávit (excepto 1994, cuando se registra un equilibrio comercial). Véase la gráfica 1.

La expansión del intercambio internacional de la industria se acelera intensamente hasta 2000, se desacelera en 2001 y se contrae en 2002 como resultado de la recesión mundial. Asimismo, a partir de 1994 hasta 2000 tiene lugar un crecimiento explosivo de la producción para posteriormente contraerse (véase la gráfica 2).<sup>7</sup>

El desarrollo de la industria implica los siguientes procesos de transformación productiva:

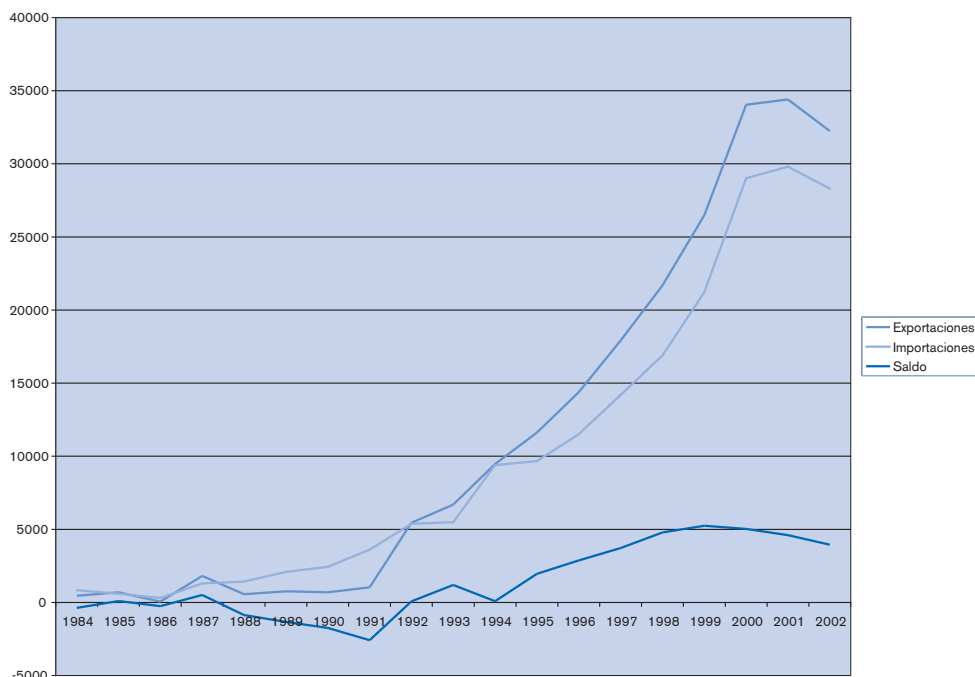
5. En Dabat y Toledo, 2000 se hace referencia a un proceso de caída de la rentabilidad por múltiples causas que coincide con grandes flujos de capital a la región y políticas de alineación de las monedas nacionales al dólar (que se revalúa con relación al yen y las monedas europeas), lo que se traduce en una revaluación de las monedas nacionales, una caída de la competitividad regional y un sobreendeudamiento empresarial, esto último como medida compensatoria del proceso.

6. Este apartado se desarrolla con base en Ordóñez, 2003.

7. Las del INEGI sobre el consumo intermedio y el superávit bruto de operación para la industria de “maquila” son absurdamente erróneas, por lo que fueron corregidas igualando el coeficiente anual Consumo Intermedio/Valor Bruto de la Producción del segmento reconvertido con el del segmento de “maquila”, a partir de lo cual se hizo una nueva estimación del Consumo Intermedio (ci), del Superávit Bruto de Operación (SBO) y del Valor Agregado Bruto (VAB) de este último segmento industrial. Ello resultó en nuevos montos para el VAB del conjunto de la industria. Para una explicación detallada de las causas de la corrección de las cifras y la metodología usada, véanse a Dabat y Ordóñez, 2003, y Ordóñez 2003.

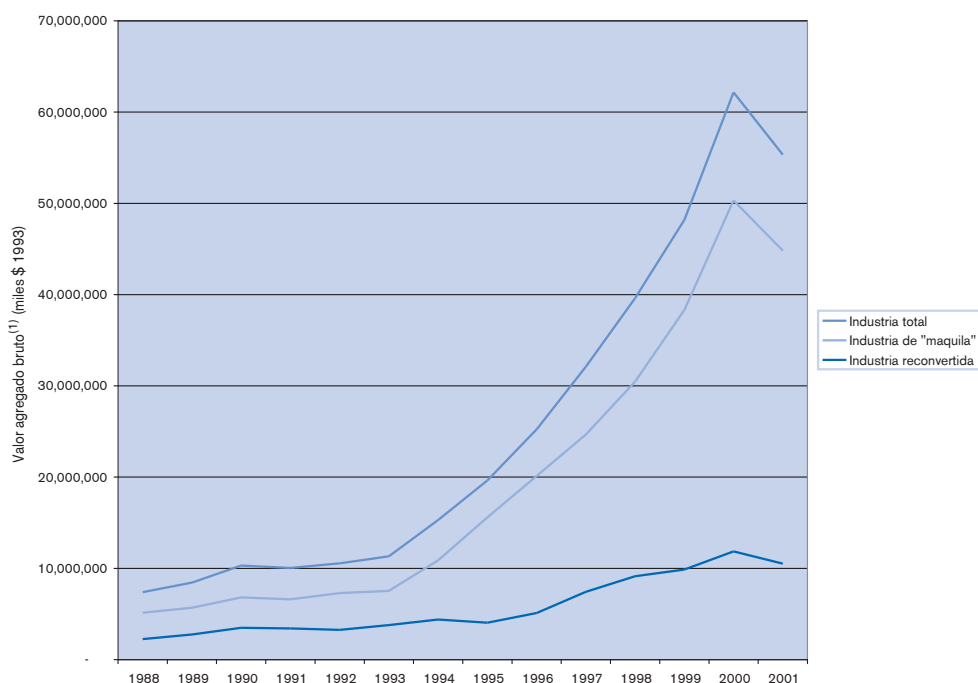
**Gráfica 1**  
**Comercio exterior de la**  
**industria electrónica**

Fuente: ONU-ITS, varios años



**Gráfica 2**  
**Producción de la**  
**industria electrónica**

Fuente: INEGI-SCN



**Notas:** 1) El valor agregado bruto (VAB) proporcionado por INEGI para el segmento de "maquila" y de la industria en su conjunto fueron corregidos calculando el coeficiente anual Consumo Intermedio/Valor Bruto de la Producción (CI/VBP) del segmento industrial reconvertido y aplicándose al de "maquila" bajo el supuesto de que ambos coeficientes son aproximadamente iguales en los dos segmentos industriales. 2) Las cifras corregidas para 2001 del total de la industria se calcularon a partir de la tasa de crecimiento en relación con 2000 de las cifras del VAB proporcionadas por INEGI, y las de cada segmento industrial a partir de su participación porcentual en el total de la industria en 2000, puesto que INEGI no proporciona cifras diferenciadas para ambos segmentos industriales para 2001. Véase la nota a pie de página 7.

1. La nueva división interindustrial e interempresarial del trabajo, en la cual las empresas OEM y ODM son provistas de actividades manufactureras por contratistas manufactureros de primer círculo, que cuentan, exclusivamente, con proveedores de segundo círculo en la cadena de valor existente en México. Ambos tipos de empresas son generalmente transnacionales, aun cuando existen procesos incipientes de incorporación de empresas nacionales a la cadena de valor
2. Procesos de escalamiento industrial (*up grading*) en los que tienden a desarrollarse procesos de diseño y manufactura compleja, junto a los de ensamble tradicionales
3. Diversificación de la producción y de las exportaciones (Dabat y Ordóñez, 2003, y Palacios, 2001)

## La cadena de valor de la industria electrónica en su conjunto

La cadena de valor de la industria electrónica considerada en un sentido amplio incluye las siguientes tres grandes fases: *a)* producción de componentes activos y pasivos; *b)* producción de *software*, y *c)* producción del producto final. En lo que sigue se describen los eslabonamientos productivos de cada una de ellas.

### Producción de componentes activos y pasivos

#### *Componentes activos: circuitos integrados*

- a)* Diseño de la capas del circuito, almacenamiento, trazado y cortado computarizados en película delgada y fotografiado de cada capa (fotomáscaras)
- b)* Proyección y revelado de la imagen sobre una oblea de silicio previamente sometida a un proceso de oxidación (óxido-silicio); con ello se obtiene la oblea con líneas de óxido-silicio según la máscara proyecta
- c)* Implantación de iones por medio de un “cañón de iones” y difusión de átomos de impurezas mediante un proceso de horneado de la oblea (1000°C)
- d)* Nuevo enmascaramiento de la oblea
- e)* Proceso de evaporación que deposita aluminio en puntos de contacto proyectados con el exterior
- f)* Encapsulado o ensamble de la oblea (cortado en “dados”, colocación en bases de plástico, cerámica o metal y soldado de hilos de oro o aluminio desde los contactos del dado con la “patitas” de la base encapsulada) (Mertens, 1986)

#### *Componentes pasivos: circuitos impresos*

- a)* Diseño del circuito y grabado computarizados de la base aislante del circuito mediante técnicas de fotograbado o esténcil-grabado
- b)* Recubrimiento de la base aislante del circuito con cobre y depósito de una película protectora sobre la superficie grabada mediante técnica fotográfica o de esténcil (*silk-screening*)

- c) Retiro del cobre desprotegido mediante un baño en ácido (para la película depositada fotográficamente) o métodos estéciles (en el caso de la película depositada con estencil), con lo que el grabado inicial del circuito queda cubierto de cobre (Británica, 2002)

### Producción de *software*

- a) Conceptualización y diseño
- b) Programación o traducción del diseño en lenguaje entendible para el dispositivo electrónico
- c) Codificación o traducción a un esquema sistemático
- d) Manufactura y prueba
- e) Distribución y servicios relacionados (entrevista al Gerente General de Computación en Acción, agosto-septiembre 2001, y Británica, 2002)

### Producción del producto final: computadora personal

- a) Diseño
- b) Subensambles: *i)* de circuitos impresos, fuentes de poder, teclado, monitor, manejador de disco por medio de línea de montaje; *ii)* soldado y retoque; *iii)* prueba de subensambles, y *iv)* reparación de partes defectuosas
- c) Ensamble final
- d) Prueba final
- e) Control de calidad
- f) Empaque (Mertens, 1986, y estudios de caso de diversas empresas, 1998 y 2001)

## Empresas y cadena de valor en México

### Empresas OEM-ODM

#### *International Business Machines (IBM)*

Su origen se remonta a 1890 con la invención de una máquina tabuladora de tarjetas perforadas<sup>8</sup> que conduce a la fundación de la Tabulating Machine Co. en 1896. Hacia 1915 la empresa decide centrarse en proveer soluciones en gran escala de tabulados a la medida para empresas y abandona la producción de productos pequeños de oficina. De igual modo da inicio su proceso de internacionalización hacia Europa, América del Sur, Asia y Australia, lo que trae consigo el cambio de nombre a IBM Corp. en 1924.

A fines de la segunda guerra mundial la empresa da los primeros pasos hacia la computación cuyo desarrollo tiene lugar de manera paralela al de los orígenes de la actual revolución tecnológica: *a)* en 1944 se introduce el calculador controlado de secuencia

8. Esta máquina usaba corriente eléctrica para "sentir" los agujeros en las tarjetas perforadas y mantener un conteo continuo de los datos (www.ibm.com).

automática que es la primera máquina que puede ejecutar largos cálculos automáticamente; *b*) en 1952 se fabrica la primera supercomputadora de bulbos, los cuales son más rápidos, más pequeños y más fácilmente cambiables que los interruptores electromecánicos del calculador controlado; *c*) en 1959 se produce el primer *mainframe* transistorizado, en el cual el transistor, además de no calentarse, presenta las mismas ventajas tecnológicas respecto a los bulbos que éstos en relación con los interruptores electromecánicos; *d*) en 1964 se introduce la primera “familia” de computadoras con *software* y periféricos intercambiables, lo que permite que para disponer de un equipo más avanzado no sea necesario sustituir el ya existente, sino simplemente actualizarlo con partes más avanzadas, y *e*) en 1971 introduce el *floppy disk* que se convierte en el estándar del almacenamiento de datos hasta finales de los años noventa y principios de 2000.

Los años ochenta marcan la crisis del patrón de competencia que había permitido a la empresa la supremacía en la industria de cómputo, consistente en la preeminencia de las empresas ensambladoras en la cadena de valor, las cuales realizaban el diseño, manufactura, distribución y comercialización del producto final bajo un modelo de integración vertical.<sup>9</sup> Ello acarrió la crisis de la empresa, lo que se manifestó en la pérdida del control sobre los estándares tecnológicos en los sectores de semiconductores y *software* y, por tanto, de su peso específico en la industria (Ordóñez, 2003).

Ante la crisis y la nueva posibilidad tecnológica de conectar a la computadora con las telecomunicaciones por medio del *modem*, en los años noventa la empresa redefine su radio de actividad, orientándolo al suministro de servicios informáticos integrados a las empresas a partir de la operación de redes de computadoras con herramientas como la gestión planificada de los recursos (*enterprise planning resources*) y la gestión de la cadena de provisión (*supply chain planning resources*).

*Ubicación en la cadena de valor en México.* IBM se instala en la ciudad de México en 1957 y se relocaliza en Guadalajara en 1975.<sup>10</sup> En 1985 funda una nueva planta con 100% de capital extranjero como parte de un proceso de transición del ensamble de máquinas de escribir electrónicas a la producción de equipo y maquinaria de procesamiento informático que tiene lugar en los años ochenta, lo cual habría tenido un efecto de arrastre sobre sus proveedores en primera instancia y posteriormente de imitación sobre otras empresas OEM y ODM con el consecuente efecto multiplicador sobre la inversión.<sup>11</sup>

9. Conocido como modelo IBM/ATT (Borras y Zysman, 1997). En este contexto IBM manufactura su “familia” de computadoras subcontratando la producción de los semiconductores necesarios a Intel y el software a Microsoft (lo que la convierte en la primera empresa en subcontratar la producción de componentes claves), con lo que se abre la industria de componentes de hardware y la del software (Ordóñez, 2003).

10. Para ello hace uso de los incentivos fiscales de la política de descentralización industrial emprendida por el gobierno federal en los años sesenta y setenta (Dussel, 1998, y Reforma, 1998).

11. Se inscribe en el régimen Altex (Palacios, 1990) y entre las razones de las empresas para localizarse en Guadalajara se encuentran: *a*) la existencia de fuerza de trabajo a bajo costo y calificada, y de universidades y centros educativos con especialización en ingeniería; *b*) una cultura artesanal importante para el ensamble de productos; *c*) ubicación geográfica (cercanía de aeropuerto y puertos internacionales) y proximidad con Estados Unidos, y *d*) calidad de vida de la ciudad de Guadalajara (Dussel, 1998, y Reforma, 1998).

En 1993 se transforma en empresa OEM-ODM con la consiguiente contratación de la manufactura. Ello se acompaña de una diversificación de sus actividades productivas, las cuales incluyen los siguientes tres tipos de procesos: *a)* ensamble de computadoras; *b)* manufactura compleja de componentes de disco duro, que incluye el lector, la suspensión y adaptadores del disco, y *c)* *software* básico y aplicativo.<sup>12</sup>

En 1983 emprende la manufactura de subensambles de tarjetas electrónicas para computadoras, la cual se transfiere a contratistas manufactureros en 1993 bajo el modelo “en casa” (*in house*), que opera dentro de las mismas instalaciones con maquinaria y equipo perteneciente a IBM y con su asistencia técnica y supervisión.<sup>13</sup> Bajo el mismo principio existen proveedores de los contratistas manufactureros dentro de las instalaciones, lo que minimiza el tiempo de entrega y los inventarios.<sup>14</sup>

Por su parte, la manufactura de los componentes del disco duro da inicio en 1993 e incluye las siguientes fases, también desarrolladas por contratistas manufactureros dentro de las instalaciones de IBM: *a)* FAB (fabricación) que se descompone en los siguientes pasos, todos realizados por maquinaria y equipo especializado: pulido de la oblea en la que se hallan dispuestas las cabezas o lectores en forma matricial, lavado con agua desionizada, inspección con un interferómetro (para medir la planicidad de la cabeza), cortado de hileras de cabezas, nuevo lavado y nueva inspección de planicidad de mayor precisión; *b)* *Harmony* que consiste en un grabado por ataque atómico de la cabeza o lector con el fin de obtener un relieve más estable cuando está volando sobre el disco duro, y *c)* *Fatmos*, en el que cada cabeza se corta individualmente (ya que vienen organizadas en forma matricial en una oblea) y se separan, quedando listas para montarse en las suspensiones.<sup>15</sup> Estos productos se exportan a centros de manufactura en Inglaterra, Alemania y al sudeste asiático (Japón, Singapur y Tailandia).

La transformación de IBM en empresa OEM-ODM va precedida por su incursión en la producción de *software* aplicativo empresarial de manera conjunta con el laboratorio de Rochester MN en 1990. Sin embargo, la conversión en empresa OEM-ODM en la producción de *hardware* implica la diversificación de la producción de *software* (inclusión de *software* operativo) y el desarrollo de todas sus fases, así como de todos los eslabonamientos de la cadena de valor. Es decir, se lleva a cabo la conceptualización, diseño, programación,

12. Para plataformas AS/400, RS 6000 y PC.

13. Según información de la empresa, existen técnicos y supervisores de IBM que trabajan conjuntamente con técnicos y supervisores del contratista manufacturero. Estos últimos se ocupan de la parte más operativa de su radio de acción. “...un [contratista] que está aquí afuera es meterlo acá a la planta ¿por qué?, porque me interesa ese pedazo del proceso, no lo quiero compartir [...] porque es la parte medular de la tecnología que yo he desarrollado ...” (Entrevista a Gerente General, julio de 1999).

14. El sistema se llama jet way. “[...] quiero ... que aquí comiences tu producto y aquí lo termines y me lo estés entregando a mi línea de producción donde yo lo requiera [...] y voy a dejar que tu factures hasta que yo embarque la máquina fuera de la planta, entonces en ese momento tu facturas, si hay producto malo yo te lo regreso...” (Entrevista a Gerente General, julio de 1999).

15. Las fases *b)* y *c)* se llevan a cabo en cuartos blancos y las realizan un equipo especializado. (Entrevista con el Gerente de Producción, julio de 1999).



codificación, manufactura, prueba, distribución y actividades de servicio,<sup>16</sup> por lo que paralelamente se registra un proceso de integración vertical en la producción y distribución de *software*, al mercado nacional y al de la exportación. Así, de manera simultánea, se presencia la conversión de IBM en empresa OEM-ODM en la producción de *hardware* y la integración vertical en la producción y distribución de *software*. Ello podría indicar una posible evolución de la industria electrónica hacia la producción de *software* y constituir un núcleo de desarrollo de la división interindustrial del trabajo en la nueva industria, al cual podrían incorporarse una nueva red de empresas nacionales.<sup>17</sup>

### Hewlett Packard (HP)

Surge en 1939 como una empresa orientada a la producción de equipo electrónico relacionado con la regulación del funcionamiento de equipo de comunicaciones de la industria cinematográfica y de la radio.<sup>18</sup> En los años sesenta se incorpora a la industria de la computación con la primera calculadora científica de mano y en los ochenta incursiona en el sector de las impresoras con inyección y láser. En la actualidad su actividad se centra en las siguientes áreas:

- a) Sistemas de impresión y de imagen: incluye servicios de impresión relacionados con internet, tecnología de impresión inalámbrica, servicios de imagen profesionales y para usuarios no especializados, provisiones de imágenes e impresoras de inyección y láser. En esta área se pretende transformar el papel de las impresoras en aplicaciones inteligentes en internet que proporciona en nuevos servicios en los que las impresoras se convertirían en oficinas de correo locales, de venta de boletos, estaciones de embarque y tiendas de impresión
- b) Sistemas de computación: proporciona una gama de sistemas de cómputo para empresas, comercios y particulares, entre los que se encuentran los servidores de redes y de internet, *software*, PC y computadoras móviles, soluciones de infraestructura para proveedores globales de servicios, empresas de telecomunicaciones y de servicios de internet y manufactureros.<sup>19</sup> Dentro del área tiene lugar la formación de la empresa

16. El laboratorio cuenta con más de 150 ingenieros de *software* e incluye actividades de producción de *software* y soluciones específicas, además de la instalación y adaptación de paquetes de *software*. Según la empresa sus productos pueden contribuir a reducir el ciclo productivo de la empresa, los costos de inventario, almacenamiento, distribución y gastos de embarque, flexibilidad y pronta respuesta a los cambios en la demanda, además de proporcionar servicios de soporte y asesoría en esos mismos ámbitos ([www.ibm.com/mexico](http://www.ibm.com/mexico)).

17. El hecho de que la planta de Guadalajara sea la única en el mundo que manufactura los componentes del disco duro descritos y el *software* aplicativo específico, indica una estrategia de especialización global por producto de IBM.

18. Su primer producto fue un oscilador de la capacidad de resistencia al sonido, para prueba de equipo de sonido, el cual fue adquirido, entre otros, por los estudios Walt Disney para la producción de Fantasy. Otro producto fue el contador de alta frecuencia adquirido por estaciones de radio para fijar las frecuencias de onda con exactitud ([www.hp.com](http://www.hp.com)).

19. Incluye la tecnología EPIC (Explicitly Parallel Instruction Computing), que es el fundamento de los procesadores Intel de la próxima generación ([www.hp.com](http://www.hp.com)).

Spin Circuit junto con las empresas Flextronics y Cadence Design Systems,<sup>20</sup> que proporciona servicios electrónicos para empresas manufactureras de alta tecnología para conectar directamente las operaciones de diseño de las empresas OEM-ODM con la cadena de suministro electrónico, lo que reduce de manera significativa los costos de diseño y de la manufactura ([www.hp.com](http://www.hp.com))

- c) Servicios de tecnología de la información: servicios de consultoría, educación, diseño e instalación, tradicionales y para internet, relacionados con el uso empresarial de la tecnología información y de comunicaciones<sup>21</sup>

*Ubicación en la cadena de valor en México.* Desde sus inicios en Guadalajara, HP rompe con la estrategia tradicional de sólo desarrollar actividades de ensamble intensivas en fuerza de trabajo en los países en desarrollo, puesto que al emprender sus operaciones en 1982 instala una planta de ensamble de computadoras (PC) para el mercado interno fundamentalmente,<sup>22</sup> y un centro de investigación y desarrollo que diseña las memorias de las computadoras y sus controladores. En 1987 reorienta su actividad al diseño y la manufactura de manejadores de papel (*paper handling*) para impresoras de impacto,<sup>23</sup> dirigidos a la exportación.

En 1992 emprende la transición hacia la formación de una nueva división interindustrial del trabajo, proceso que incluye los siguientes cambios: a) reorientación del centro de investigación y desarrollo hacia el diseño de manejadores de papel para las impresoras láser y su reciente expansión hacia las impresoras de inyección, debido a la diferente trayectoria evolutiva de los dos tipos de tecnología para impresión: mientras la láser se orienta hacia grandes volúmenes, la de inyección a la impresión fotográfica;<sup>24</sup> b) instalación de un centro de distribución y *marketing* para América Latina, que genera estrategias de mercadotecnia, proporciona soporte a los requerimientos de la regiones y promueve nuevos productos; c) formación de un centro de interfase de manufactura que lleva a cabo la coordinación logística entre plantas y centros de distribución mundiales, los soportes de ingeniería de manufactura y mundial de escalaciones técnicas y la planeación de los

20. Cadence Design Systems es la empresa líder en la producción de *software* para la automatización del diseño electrónico (EDA) que se usa para el diseño de semiconductores y sistemas electrónicos en aparatos alámbricos e inalámbricos, equipos de redes y otras aplicaciones. Flextronics es el segundo contratista manufacturero en importancia junto con sci Systems y Celestica ([www.thestandard.com](http://www.thestandard.com)).

21. Gestión electrónica de la cadena de suministro, provisión electrónica, gestión de la relación con el cliente, etcétera.

22. La manufactura no era costeable por la reducida escala de producción pero tenía el objetivo estratégico de adquirir presencia en el mercado mexicano (Entrevista al Gerente de Relaciones Públicas, julio de 1999).

23. La reorientación tiene lugar bajo el régimen Altex (Palacios, 1990). Los manejadores de papel son aditamentos que se agregan a las impresoras y permiten organizar juegos de documentos, encuadernar, engrapar, etcétera. “[...] era la única planta HP que hacía impresoras de impacto y entonces la gente que había estado ubicada en investigación y desarrollo la cambiamos y se movió a sacar el diseño de lo que eran impresoras de impacto.” (Entrevista al Gerente de Relaciones Públicas, julio de 1999).

24. “[...] la compañía decidió que necesitábamos entrar a toda una serie de productos que tecnológicamente tuviera un horizonte más amplio y fue cuando entramos a la parte de láser” (Entrevista al Gerente de Relaciones Públicas, julio de 1999). Actualmente el centro de I y D cuenta con 35 ingenieros asignados, 20 productos en el mercado y 15 patentes generadas.

requerimientos de producción para el mercado mundial; *d*) subcontratación de la manufactura de los manejadores de papel con contratistas manufactureros a partir de 1994, los cuales fundamentalmente exportan la producción al mercado norteamericano,<sup>25</sup> y *e*) instalación de un laboratorio de pruebas de diferentes productos de HP y de otras marcas con equipo perteneciente a HP y subcontratación de su operación. Así, HP-Guadalajara, a diferencia de IBM, se convierte en centro OEM regional que incluye actividades de diseño, manufactura interfase, pruebas de producto, distribución y *marketing* para América del Norte y latinoamericano. Existen centros OEM regionales similares en Europa y Singapur, lo cual indica una especialización global de HP por regiones.<sup>26</sup>

## GPI Mexicana de Alta Tecnología

*Trayectoria internacional y ubicación en la cadena de valor en México.* GPI Mexicana de Alta Tecnología es una empresa 100% de capital mexicano que surge en 1972 con el nombre de Mexaltec (Mexicana de Alta Tecnología). Desde el inicio se orientó al desarrollo de tecnología electrónica propia y su aplicación en la fabricación de equipos específicos de medición y registro de flujos eléctricos.<sup>27</sup> El mercado de medidores eléctricos se encuentra segmentado en tres niveles: *a*) el de baja tensión, que es el medidor para casas y departamentos; *b*) el de media tensión, esto es, el medidor para la industria y el comercio y *c*) el de alta tensión para grandes bloques de energía o para los límites entre las fases de generación-transmisión y transmisión-distribución. La empresa es actualmente el principal productor de medidores que se utilizan en los segmentos *b* y *c*, específicamente en los límites de la generación-transmisión de electricidad y en la facturación de empresas industriales, como plantas de hornos o cementeras.<sup>28</sup> Sus principales son la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (LyFC), en la medida en que la transmisión y distribución de electricidad siguen siendo monopolio del Estado.

Existen tres competidores exclusivos que son ABD, Siemens y General Electric, los cuales producen medidores estandarizados en grandes volúmenes. En cambio, GPI produce medidores a la medida en pequeña escala, lo que le permite diferenciarse de sus competidores cubriendo este nicho de mercado específico. Sin embargo, estos competidores son al mismo tiempo clientes de GPI, puesto que en sus respectivas divisiones de instalación de centros de carga pueden usar sus propios medidores o adquirir los que

25. A diferencia de IBM los contratistas manufactureros se encuentran fuera de las instalaciones de HP.

26. “[...] normalmente la tecnología viene del exterior, se importa la tecnología, aquí tenemos la mano de obra, se exporta el producto final hacia el mercado X. Acá hacemos exactamente lo inverso... [puesto que se busca constituir un centro de atracción de alta tecnología]” (Entrevista al Gerente de Relaciones Públicas, julio de 1999).

27. El grupo fundador lo constituyen diseñadores egresados de una universidad de México, quienes se plantean como objetivo desarrollar tecnología en electrónica digital aplicada, así como la fabricación y comercialización de los productos diseñados a partir de ella (<http://www.gpi.com.mx/>, consultado en febrero de 2003).

28. “Dado que para facturar ese tipo de tamaño de empresas se requiere saber la tarifa horaria, la calidad de energía, muchos parámetros que, en el caso del residencial, sólo se precisa el consumo watt-hora. También hay elementos de comunicación sofisticados, puertos de comunicación con protocolos DNP (Distributed network protocols)... remota” (Entrevistas al Gerente General, septiembre 2001).

produce GPI, los cuales se producen a un menor costo e incluyen un servicio postventa más rápido y económico.<sup>29</sup>

La otra actividad de la empresa es la venta de tecnología para la producción de medidores<sup>30</sup> en el mercado nacional y en el externo. La venta de tecnología a Condumex en 2001 (en el mercado nacional) para la producción de medidores en el primer segmento del mercado (baja tensión),<sup>31</sup> permitió al grupo fundador readquirir sus acciones de manos del Grupo Promotor de Inversiones,<sup>32</sup> el cual había ingresado como accionista en 1994 y que hizo que la empresa se convirtiera en GPI. En cuanto al mercado externo existe la perspectiva de incursionar en el mercado sudamericano, específicamente Argentina, Brasil, Venezuela y Colombia, mediante la venta de tecnología para la producción del nuevo medidor K4000 al grupo español ARTEC.

El diseño y la producción del medidor de la nueva generación<sup>33</sup> representó un proceso de transformación en OEM-ODM, puesto que la empresa tiende a concentrarse en el diseño del *software* y el *hardware* y a subcontratar la manufactura a Mexikor,<sup>34</sup> que es un contratista manufacturero de pequeña escala. En consecuencia, la nueva generación del producto entraña una nueva división interindustrial del trabajo, la cual se superpone a la precedente que corresponde al producto de la generación anterior, en la que la empresa lleva a cabo tanto el diseño como la manufactura del medidor.<sup>35</sup> El tiempo de duración del proyecto del medidor K4000 fue de 2.5 años<sup>36</sup> y su ciclo de vida es de tres años. El precio de costo es de 500 dólares y el precio de mercado se estima 2 800 dólares con una tasa mínima de retorno interna de 30%, para un mercado nacional de 15 millones de dólares.

29. "...cuando las licitaciones son para subestaciones, hay compañías que se les llama tableristas; son los que hacen los grandes centros de carga donde están interruptores, medidores, automatización. Entonces cuando ellos meten una serie de conmutadores y equipos tienen necesidad de meter un medidor [...] Si Siemens instala en su tablero un Siemens, ellos tienen que traer gente de Alemania, un técnico de Alemania para mantenimiento, para reparación. Si instala uno de nosotros, que es más barato, no tiene ningún problema..." (*op. cit.*)

30. "Estamos transfiriendo la tecnología para aquellos que fabrican los medidores. Esto, pese a que nosotros entregamos la tecnología, siempre queda una relación de diseño futuro [...] Ellos se convierten en los dueños" (Entrevistas al Gerente General, agosto-septiembre 2001) .

31. Firmamos un contrato, nosotros entregamos ese mercado y firmamos por diez años; nosotros no podemos fabricar ese medidor. Pero no era nuestro mercado [...] el medidor de casa o departamento no es nuestro mercado..." (*op. cit.*).

32. Grupo financiero ligado al desaparecido Banco del Centro.

33. "Hace tres años viajamos y vimos que nuestro medidor no cumplía las normas internacionales, no cumplía; trabajamos y este medidor, el K4000, es un nuevo diseño, ya es bilingüe, habla inglés y español por *software*, plataforma Windows, puede ser interrogado por red y ya cumple con las normas [...] En] los equipos anteriores había que cambiar, reparar; los equipos nuevos por teléfono se conectan por modem y podemos modificar la característica, damos una respuesta inmediata" (*op. cit.*). Se empezó a producir para el mercado en mayo del 2001.

34. "Ellos nos ofrecen ensamblar todo y nada más darnos para calibrar nosotros" (*op. cit.*). Se fabrica con tecnología Through Hole a diferencia del medidor de la generación precedente que requería de Surface Montage Technology (SMT).

35. "...el OPH todavía lo fabricamos y todavía hay que soldar; [...] el OPH está bajando y el K 4 000 está naciendo. Pero el OPH requiere mano de obra todavía" (*op. cit.*). El hecho de contar con líneas de ensamble de componentes ha permitido que la empresa asuma en rol de subcontratista en el ensamble de circuitos impresos para el contratista Mexikor.

36. "Es mucho tiempo, para mí es mucho tiempo y, bueno, les digo [a los diseñadores e ingenieros] y dicen 'no es poco'" (*op. cit.*).

Cuenta con alrededor de 40 empleados,<sup>37</sup> de los cuales sólo cuatro son operarios y el resto personal administrativo, ingenieros y principalmente técnicos. En función de las necesidades de manufactura se han contratado de manera eventual de 60 a 80 operarios por medio de agencias de contratación.

## Contratistas manufactureros (cm)

### Flextronics

*Trayectoria internacional.* Flextronics se funda en 1969 como un pequeño contratista de ensamble de circuitos impresos para las empresas electrónicas ubicadas en el Valle del Silicio en California, las cuales subcontrataban el exceso de producción sobre su capacidad instalada.<sup>38</sup> En 1981 crea una filial en Singapur y se convierte en la primera empresa manufacturera estadounidense en deslocalizarse al extranjero. También es pionera en la formación de la nueva división interindustrial del trabajo y de la industria de la contratación manufacturera resultante, pues a mediados de los años ochenta comienza a proporcionar servicios integrales de manufactura, incluidos servicios de diseño operativo asistido por computadora (CAD),<sup>39</sup> con lo que sus clientes OEM-ODM sólo validarían el plan de producción pero ya no dictarían el proceso ([www.flextronics.com](http://www.flextronics.com)). A fines de ese decenio transita hacia el suministro de servicios integrales de manufactura y distribución del producto, esto es, servicios manufactureros que incluyen toda la cadena de valor desde el suministro de materias primas hasta la distribución, lo cual entrañó la formación de una red global de producción y distribución que incluía centros de fabricación completa por toda Asia.<sup>40</sup>

La contracción de la producción y del comercio mundial electrónico de finales de los años ochenta e inicios de los noventa (Dabat y Ordóñez, 2003: 32) orilló a la empresa a cerrar sus plantas en Estados Unidos y refundarse en Asia, teniendo a Singapur como sede de su centro corporativo. La empresa, asimismo, comienza a cotizar en la bolsa de valores de Nueva York (índice Nasdaq).

El despliegue de la nueva división del trabajo interindustrial en los años noventa trae consigo la venta de plantas manufactureras por parte de las empresas OEM-ODM y su compra por nuevos contratistas manufactureros, además de un intenso proceso de adquisición de empresas manufactureras electrónicas para constituir redes de producción y distribución globales. En los procesos de adquisición y construcción de nuevas plantas manufactureras se busca la localización en países con infraestructura física y educativa, bajos costos salariales y cercanía geográfica con los mercados más importantes, es decir, Norteamérica, Europa y Asia. En ese marco tiene lugar la mayor expansión mundial de la empresa, que la convierte en la segunda contratista manufacturera más importante en escala mundial (Electronic Business, 13/5/2002).<sup>41</sup>

37. Datos de agosto-septiembre de 2001.

38. A los subcontratistas de tarjetas electrónicas se les denominaba en la industria un tanto despectivamente los *board stuffers* (rellenadores de tarjetas) ([www.flextronics.com](http://www.flextronics.com)).

39. *Computer-aided design*.

40. Lo que se conoce en la industria como el "ensamble de la caja completa" (*full box assembly*) ([www.flextronics.com](http://www.flextronics.com)).

41. Entre 1993 y 1998 adquiere más de 12 plantas manufactureras y aumenta su número de empleados de 3 000 a más de 13 000 ([www.flextronics.com](http://www.flextronics.com)).

La empresa cuenta con centros de introducción de productos que llevan a cabo el aspecto operativo de la ingeniería, el diseño, prototipo, prueba y puesta en producción de un nuevo producto. De manera complementaria se sigue una estrategia de construcción de parques industriales en los que se busca ubicar a los proveedores más importantes junto a los centros de manufactura (para acortar y coordinar al máximo el tiempo de suministro), bajo el criterio de localización antes expuesto, con la consecuente reducción del precio de costo y del ciclo de producción, al reducir los momentos de este último a sólo tres: *a)* transporte directo de las materias primas al contratista manufacturero; *b)* producción, y *c)* distribución directa del contratista manufacturero al consumidor.<sup>42</sup> Por último, existen plantas regionales que realizan manufactura en pequeños volúmenes.<sup>43</sup> Las industrias en la que centra su actividad son: telecomunicaciones, redes de comunicación, cómputo, electrónica de consumo y equipo médico.

*Ubicación en la cadena de valor en México:* se instala en Guadalajara en 1997 siguiendo la estrategia de construcción de parque industrial que incluye el centro de manufactura de Flextronics y plantas de sus proveedores de componentes a la medida (plásticos, armazones metálicos). El primero diseña prototipos de circuitos impresos, ensamble de componentes e inyección de plástico,<sup>44</sup> mientras las segundas realizan moldeo de inyección de plástico, hojas metálicas de precisión, estampado de hojas metálicas y distribución de productos electrónicos. Por su parte, los proveedores de partes universales (diodos, capacitores, etcétera) cuentan con almacenes en el centro de manufactura. En ambos casos se trata de los proveedores internacionales de Flextronics,<sup>45</sup> por lo que los insumos que proveen son importados.

Se inscribe en el régimen de maquiladora, su producción se exporta a Estados Unidos y cuenta con 1850 operarios,<sup>46</sup> de los cuales 40% son de planta y 60% eventuales, lo que dota de una alta flexibilidad al empleo ante las fluctuaciones de la demanda. La totalidad de los operarios se empleaba por medio de agencias de subcontratación, que constituyen una especie de extensión del departamento de recursos humanos de los contratistas

42. A diferencia del ciclo de producción/distribución tradicional que cuenta con los siguientes momentos: *a)* adquisición de materias primas; *b)* transporte de materias primas al centro de manufactura; *c)* producción; *d)* transporte del producto al almacén de la empresa OEM-ODM; *e)* transporte del producto al centro de distribución; *f)* preparación del producto para su envío al consumidor, y *g)* envío al consumidor ([www.flextronics.com](http://www.flextronics.com)).

43. Los parques industriales se localizan en Doumen (China), Sarvar (Hungría) y Guadalajara (México). En cambio, algunos lugares de localización de plantas regionales son: Althofen (Austria), Zalaegerszeg y Tab (Hungría), SudGales (UK), Xixiang (China), Malasia, etcétera ([www.flextronics.com](http://www.flextronics.com)).

44. Cuenta con siete líneas *SMT* de doble lado, dos líneas de un solo lado, manufactura de alto volumen y bajo costo y equipo de inyección de plástico.

45. Tales como DTM, Vermo, Arrow Electronics, Insight Electronics, Marshall Industries y Lo Dan West (Palacios, 2001). En ambos casos la compra se efectúa en el momento en que el componente alimenta las líneas de producción de Flextronics (Entrevista a la Directora de Educación, julio de 1999).

46. En el contexto de un crecimiento muy acelerado del empleo para los contratistas manufactureros hasta abril de 2000.

manufactureros, puesto que se dedican a la contratación de personal bajo el perfil especificado por éstos y a proporcionarle la capacitación básica.<sup>47</sup>

## Solectron

*Trayectoria internacional.* Bajo el auge de la energía solar a mediados de los años setenta la empresa nace en 1977 con el propósito de crear productos que combinaran el uso de esta forma de energía con la electrónica; de ahí se deriva su nombre.<sup>48</sup> Posteriormente se convierte en contratista especializado de circuitos impresos para empresas electrónicas localizadas en el Valle del Silicio en California.

La evolución tecnológica de la empresa se desarrolla de manera paralela a la de la tecnología de ensamble de circuitos impresos: *a)* en los años setenta se realiza de manera básicamente manual y el montaje de componentes se efectúa por un solo lado del circuito y sobre pequeños orificios; *b)* en los años ochenta transita hacia la tecnología de montaje de superficie (Surface Montage Technology, SMT), la cual consiste en un montaje por los dos lados del circuito que se realiza de manera automatizada y que puede incluir circuitos agrupados en varios niveles, y *c)* en los noventa avanza hacia nuevas tecnologías de ensamble de circuitos<sup>49</sup> y de diseño operativo.<sup>50</sup>

Solectron es la empresa más beneficiada por el despliegue de la nueva división interindustrial del trabajo en los años noventa, así como por el proceso de venta de plantas manufactureras por parte de las empresas OEM-ODM y su compra por nuevos contratistas manufactureros, complementado por un intenso proceso de adquisición de empresas manufactureras electrónicas.<sup>51</sup> Sus principales actividades son el diseño operativo y servicios de manufactura y distribución, las cuales se orientan a los siguientes sectores: industria de cómputo y periféricos, telecomunicaciones, redes de comunicación y otras industrias.<sup>52</sup>

*Ubicación en la cadena de valor en México.* Solectron se instala en Guadalajara en 1997, pues la ciudad cumple con los requisitos de localización para los contratistas ma-

47. Desde el punto de vista de las relaciones laborales existe un vacío jurídico respecto de quién es el verdadero empleador de los operarios, si la empresa OEM (en régimen *in house*) y el contratista manufacturero o la agencia de subcontratación. Hasta antes de la desaceleración de la producción en 2001 los contratistas manufactureros recurrían a esta forma de contratación y requerían como nivel educativo mínimo el de secundaria, requisito que fue dejando de aplicarse ante la creciente dificultad para conseguir nuevo personal durante 2000.

48. Roy Kusumoto, un japonés nacido en Estados Unidos, es el fundador de Solectron, nombre inspirado en "solar" y "electrón".

49. La necesidad de la miniaturización y el aumento en la densidad de componentes por superficie está llevando al paso de la tecnología SMT a nuevas tecnologías como el ordenamiento en grilla en forma de bola (BGA), paquetes a escala de chip (CSP), chip sobre tarjeta (COB), módulos multichip (MCM), etcétera. ([www.flextronics.com](http://www.flextronics.com)).

50. La fase del diseño enfocada a la manufactura del producto, a diferencia de su fase conceptual.

51. Se espera que mientras que el volumen de los bienes electrónicos vendidos mundialmente aumenta 8% de 1998 a 2001, el mercado de servicios de manufactura lo hará 25% y alcanzará 178 000 millones de dólares. En este proceso Solectron tenía una participación en el mercado de 2% en 1991 y aumenta a 6% en 1997 ([www.solectron.com](http://www.solectron.com)).

52. Entre las que se encuentran los semiconductores, prueba de controles industriales, electrónica médica, aviación y electrónica de consumo ([www.solectron.com](http://www.solectron.com)).



nufactureros<sup>53</sup> y debido a que importantes empresas OEM-ODM ya se ubicaban en ese lugar como Motorola, IBM, HP, Kodak. A esas empresas, y a otras OEM-ODM que no necesariamente se encuentran en Guadalajara, Solectron les suministra servicios de manufactura, de distribución de sus productos, fundamentalmente a Estados Unidos,<sup>54</sup> y tiene previsto desarrollar actividades de diseño operativo en un futuro próximo.

Para los servicios de manufactura existen dos tipos de proveedores: los directos que suministran partes y componentes y que son determinados por las empresas OEM-ODM entre sus proveedores internacionales, y los indirectos que proveen de servicios, logística y materias auxiliares, los cuales son seleccionados por Solectron también entre sus proveedores internacionales, por lo que prácticamente todos los insumos son importados (entrevista con Gerente de Comunicación, julio de 1999). La empresa está inscrita en el régimen de maquiladoras y cuenta con un total de 4 456 operarios, de los cuales sólo alrededor de 12% fueron contratados de manera directa por Solectron y cuentan con definitividad, mientras que el restante 88% se contrataron a través de agencias *ad hoc* y son eventuales.<sup>55</sup>

### Jabil Circuit

*Trayectoria internacional.* Jabil Circuit, cuyo capital es 100% estadounidense, surge en 1966 en Detroit, con la finalidad de suministrar partes electrónicas a la industria automotriz, principalmente General Motors. A fines de los años setenta y principios de los ochenta se orienta hacia la industria electrónica y en la segunda mitad de los noventa emprende un intenso proceso de expansión que se complementa con la compra de diversas divisiones manufactureras de empresas OEM-ODM, con lo cual se convierte en una empresa global<sup>56</sup> y en la quinta mayor contratista manufacturera mundial (*Electronic Business*, 13/5/2002).

Su estrategia operativa específica se relaciona con la búsqueda de una estrecha integración funcional y geográfica con las empresas OEM-ODM y proporciona servicios a lo largo de toda la cadena de valor del producto (diseño, manufactura, empaque y distribución), sobre componentes específicos (principalmente circuitos impresos) o la totalidad del producto. Cuenta además con subdivisiones específicas enfocadas a los servicios tecnológicos y postventa (reparación y garantía).<sup>57</sup> Los sectores “tradicionales”, como

<sup>53</sup>. Véase Flextronics.

<sup>54</sup>. 90% de la producción se reexporta a Estados Unidos y el resto a Europa, aun cuando Solectron cuenta con redes de producción y distribución en ese continente (Entrevista con el Gerente de Comunicación, julio de 1999).

<sup>55</sup>. Los datos son de julio de 1999. Existen dos turnos de 12 horas, se trabaja cuatro días a la semana y se descansa tres (Entrevista con el Gerente de Comunicación, julio de 1999). Hacia abril del 2000 el empleo de operarios se había duplicado.

<sup>56</sup>. Su presencia mundial es como sigue: en el Continente Americano: Estados Unidos, ocho divisiones, México, tres (Guadalajara, Chihuahua y Reynosa) y Brasil, dos; en Europa Occidental: Inglaterra, una división, Escocia, dos, Francia, dos, Bélgica, una, Austria, una, Italia, dos e Irlanda, una; Europa Oriental: Hungría, dos y Polonia una; Asia: Japón, una, Singapur, una, China cuatro y Malasia, una (www.jabil.com, consultado en febrero de 2003).

<sup>57</sup>. Los servicios tecnológicos se enfocan a la investigación y desarrollo, diseño y tecnología de manufactura avanzada, desarrollos de prueba y prototipo (www.jabil.com, consultado en febrero de 2003).



computación y periféricos, telecomunicaciones y redes, representan 60% de su mercado; los sectores emergentes, como electrónica de consumo, automotriz e instrumentos y equipo médico, constituyen 35% (Jabil Circuit, 2002).

*Ubicación en la cadena de valor en México.* Como parte de su proceso de expansión en 1997 funda su filial de Guadalajara, para inicialmente desarrollar actividades de manufactura, empaque y distribución, aun cuando el principal giro es el ensamble de circuitos impresos mediante el empleo de las siguientes tecnologías: *a)* SMT; *b)* PTH; *c)* BGA y *d)* ensamble manual<sup>58</sup> (Palacios, 2001, y entrevista al Gerente de Recursos Humanos, agosto-septiembre de 2001). En 2000 inicia operaciones de diseño, como resultado de la deslocalización de las mismas desde la empresa matriz en St. Petesburg, Florida (Palacios, 2001: 74-79). La estrategia global de integración funcional con las empresas OEM-ODM se concreta, en el caso de la filial de Guadalajara, mediante la operación de la empresa en unidades flexibles de negocio, los que actúan como empresas independientes enfocadas a una empresa OEM-ODM específica que es cambiante.<sup>59</sup> La totalidad de la producción se dirige a la exportación<sup>60</sup> y los insumos tienen la siguiente procedencia (Palacios, 2001: 74-79):

- a)* Componentes activos (principalmente circuitos integrados): Asia y Estados Unidos<sup>61</sup>
- b)* Componentes pasivos: circuitos impresos: Asia, Estados Unidos, Mexicali, por un empresa proveedora japonesa, y Guadalajara, por Cumex, una firma local, y capacitores, resistencias y conectores: Asia y Guadalajara. En este último caso se trata de Molex para los conectores y AVX para las resistencias, ambas de capital estadounidense. La empresa cuenta con 3 700 empleados, de los cuales 2 700 son operarios, 300 ingenieros y el resto gerentes y personal administrativo<sup>62</sup>

## Mexikor

*Trayectoria internacional y ubicación en la cadena de valor en México.* Mexikor es resultado de la asociación de Ikor de España con un inversionista individual de Guadalajara, en la cual la empresa española posee 81% del capital y el inversionista individual 19%. Ikor surge en 1981 en San Sebastián, y se orienta a la investigación, diseño y producción de diversos productos electrónicos para sistemas de control, visualización, seguridad y

<sup>58</sup>. Las siglas significan, respectivamente: *a)* surface montage technology; *b)* pin through hole, y *c)* ball grid array.

<sup>59</sup>. Según Palacios (2001) la filial de Guadalajara constituye una especie de “confederación de empresas *in-house* independientes” (p. 79).

<sup>60</sup>. Sus principales clientes son: 3-Com, Cisco Systems, Ascend, Nortel Networks, Dailogic, Cell-Net, Whirpool, Gateway, Dell, Apple, HP, Quantum, General Motors y Jonson Control (Palacios, 2001).

<sup>61</sup>. La mayor parte de los componentes provenientes de Asia son productos de empresas norteamericanas instaladas en la región, como Intel, Texas Instruments, National Semiconductor, Fairchild Semiconductor, LSI Logic y Motorola (Palacios, 2001).

<sup>62</sup>. Datos de agosto-septiembre de 2001.

sincronización,<sup>63</sup> además de circuitos integrados para diversos productos. En 1998, ante el crecimiento del mercado de los servicios de contratación electrónica en México, crea la filial Mexikor en el país, con lo cual inicia su proceso de internacionalización.<sup>64</sup>

Con el respaldo de la matriz en España, Mexikor proporciona servicios de diseño y producción de circuitos integrados para empresas OEM-ODM, como Mabe, y, en menores volúmenes, Shindler (producción de elevadores), Turnmix (electrodomésticos), GPI y ATR.<sup>65</sup> Se diferencia de sus grandes competidores (Solelectron, sci Systems, Flextronics, Jabil Circuits) al producir volúmenes pequeños.<sup>66</sup> En la mayor parte de los casos la empresa OEM-ODM proporciona el diseño del circuito integrado, el cual se somete a reingeniería en Mexikor y posteriormente se fabrica, aún cuando la relación con la empresa OEM-ODM puede requerir el diseño del circuito integrado por Mexikor.<sup>67</sup> Cuenta con tecnología de montaje superficial de componentes (SMT) y tecnología de ensamble manual convencional; recientemente subcontrata parte de la producción de circuitos integrados, según los requerimientos de la demanda, a empresas como GPI, que se encuentra en un proceso de transición hacia empresa OEM-ODM, pero que en algunos procesos asume la función de empresa subcontratista.

De la producción total, 60% constituye exportaciones indirectas (la empresa no exporta directamente) y los componentes electrónicos provienen de Asia, Europa y Estados Unidos; en el país se adquieren materias auxiliares como materiales plásticos y otros. Cuenta con 90 trabajadores, de los cuales 3% son ingenieros enfocados a la electrónica, 6% técnicos, 4% supervisores y 87% operarios; de éstos 27% fueron contratados de forma directa por Mexikor y tienen planta; 73% restante se contrataron mediante agencias de subcontratación y son eventuales.<sup>68</sup>

63. Como controles de seguridad y acceso, cerraduras electrónicas de hotel y cajas fuertes, sistemas de control y visualización para ascensores, sistemas de control y sincronización por GPS para centrales generadoras de energía eléctrica, sistemas de control y visualización para aparatos electrodomésticos y diversos equipos (electromedicina, maquinaria de hostelería, hornos, etcétera) ([www.ikor.es](http://www.ikor.es), consultado en febrero de 2003).

64. Mexikor es su única filial. "... la idea era enfocarnos al mercado norteamericano, pero cuando vi que el mercado de aquí [...] era tan grande, ¿para qué ser ambicioso, no?, primero vamos a entrar aquí [...] el capital mexicano es una ayuda muy valiosa en el sentido de relaciones locales, como es con el gobierno de Guadalajara, una y otra organización, nos ayudó mucho a movernos y a poder hacer una inversión efectiva [...] estuvimos casi un año en periodo de arranque..." (Entrevista al Gerente General, agosto-septiembre de 2001).

65. Advanced Technology Research es una empresa fundada por un exingeniero de HP y un socio capitalista nacional que diseña y produce el *hardware* y *software* de sinfonolas satelitales (Woo, 2001: 143-147).

66. "... nosotros tenemos máquinas de bajo volumen, nuestras máquinas hacen 4 000 componentes por hora cada una; es una máquina relativamente de bajo volumen, las hay más lentas todavía. Pero se que las grandes empresas trabajan con máquinas de 50 000 por hora, y también fabrican millones de tarjetas; yo fabrico 800" (*op. cit.*).

67. "... hay clientes a los que les estamos proponiendo [...] un circuito integrado que en lugar de patitas tiene bolitas por debajo, que ya es otra cosa más avanzada, del integrado, pero vamos proponiendo nuevas cosas nuevas mejoras e incluso no solamente en tecnología también en calidad y precio" (*op. cit.*)

68. Datos de agosto-septiembre de 2001.

## Proveedores de segundo círculo

### Molex

*Trayectoria internacional.* Molex es una empresa de capital enteramente estadounidense que produce todo tipo de conectores para las siguientes industrias: *a)* 34% para la computación y periféricos; *b)* 21% para las telecomunicaciones; *c)* 18% para la industria automotriz; *d)* 17% para la electrónica de consumo; *e)* 6% para equipo industrial, y *f)* 4% para otras industrias. Por regiones sus ventas son: *a)* Asia, 42.8%; *b)* Continente Americano, 39.6%, y *c)* Europa, 17.6% (Molex-AR, 2002).

Es una empresa global<sup>69</sup> que surge a partir del desarrollo en los años treinta del material plástico llamado moles. Se instala en 1938, en Brookfield, Illinois.<sup>70</sup> En los años cuarenta añade estampado de metal al proceso de moldeado, y ensambla su primer conector, lo cual determinaría su reorientación hacia el mercado de conectores en los años cincuenta. En los sesenta introduce sus primeros enchufes y líneas receptoras de nylon, con lo que deja de ser una empresa manufacturera del material molex para convertirse en empresa electrónica de conectores Molex. En 1967 inicia su proceso de internacionalización y en los años ochenta y noventa experimenta un intenso proceso de expansión, al acceder a los mercados de las industrias de la computación y telecomunicaciones, y consolidarse como proveedor de la industria automotriz (www.molex.com, marzo de 2003).

En 1987 se instala en Guadalajara bajo el régimen Pitex y se convirtió en el segundo más grande proveedor de conectores en México, junto con las filiales de Nogales y Magdalena (entrevista con el Gerente de Recursos Humanos, agosto-septiembre de 2001). Del mero ensamble de conectores inicial posteriormente adiciona el ensamble de circuitos impresos en una proporción actual de 60 y el 40 por ciento, respectivamente, para lo cual cuenta con líneas de ensamble SMT, Through Hole y Soldadura de Ola, además de ensamble manual.

Su producción se dirige en 40% a la industria automotriz y en 60% a la industria electrónica; en la cadena de valor de esta última se ubica como proveedor de los contratistas manufactureros bajo dos modalidades: *a)* proveedores de conectores, y *b)* subcontratista de ensamble de circuitos impresos.<sup>71</sup> Su producción se dirige en 95% a la exportación, básicamente Estados Unidos; 90% de los insumos son importados y aproximadamente 40% consiste en los conectores mismos, que son adquiridos del corporativo, y el resto componentes activos y pasivos que provienen fundamentalmente de Asia. Cuenta con

69. En el continente americano cuenta con la siguiente presencia: en Estados Unidos con 13 divisiones, México, tres (Nogales, Magdalena y Guadalajara), Brasil, una; en Europa: Inglaterra, una, Alemania, dos, Irlanda, tres, Italia, una, Polonia, dos, Eslovaquia, una; en Asia y Australia: Japón, cinco, Corea del Sur, dos, China, tres, Malasia, una, Singapur, una, taiwán, una, Tailandia, una, India, dos, Australia, una (www.molex.com, consultado en marzo de 2003).

70. Con este material se produjeron inicialmente cajas para reloj, floreros, válvulas de rueda y dispensarios de tabletas de sal (*op. cit.*).

71. "[Realizamos] algún proceso al que ellos no le dedican tiempo máquina; nosotros lo podemos hacer y ellos dedican su tiempo máquina a cosas más complejas..." (Entrevista al Gerente de Recursos Humanos, agosto-septiembre de 2001).

alrededor de 1 500 empleados, de los cuales 1 300 son operarios (90% permanentes y 10% eventuales), 30 ingenieros y 15 técnicos.<sup>72</sup>

## Maquiser

Maquiser es una empresa de capital enteramente mexicano y de organización familiar,<sup>73</sup> que produce diversos equipos y aparatos de soporte al proceso de ensamble de circuitos impresos y proporciona servicios relacionados. Entre los equipos y aparatos se encuentran: *a)* equipos de ensamble y subensamble de componentes electrónicos; *b)* equipo de pruebas eléctricas de componentes y circuitos impresos; *c)* dispositivos para soporte de procesos de ensamble y prueba (*fixtures*); *d)* herramientas de sujeción o inserción de partes; *e)* transportadores de banda (*conveyors*),<sup>74</sup> y *f)* *pallets* para procesos de soldadura de ola. Los servicios consisten en la automatización de procesos de producción (con sistemas mecánicos, neumáticos y electrónicos) y la adaptación de equipo de línea de producción.

Surge en 1991 como un taller que fabrica refacciones y realiza algunos trabajos de maquinado para las industrias alimenticia y electromecánica. En 1994 se orienta hacia la integración en la cadena de valor de la industria electrónica, lo que trae consigo un rápido proceso de expansión, consustancial al de la industria, que la lleva a emplear a 110 personas.<sup>75</sup>

Por tanto se ubica dentro de la cadena de valor como proveedor de equipos y aparatos de soporte para ensamblado de circuitos impresos y servicios relacionados para los contratistas manufactureros (como sci Systems, Solectron o Flextronics) y su segundo círculo de proveedores (como Yamaver, Ureblock o Molex). Su producción se dirige casi enteramente a la industria electrónica de la región y se exporta una mínima parte, tanto de manera indirecta, vía sci Systems, como directa, a Estados Unidos y Japón.<sup>76</sup> Los insumos

<sup>72</sup>. Datos de agosto-septiembre de 2001.

<sup>73</sup>. "...lo iniciamos tres hermanos este negocio, los cuales nos hemos repartido las diferentes áreas de la empresa, dependiendo de la especialización de cada quién; de esta manera hemos aprovechado la experiencia de uno de nuestros hermanos [...], él trabajó once años en una empresa maquiladora electrónica establecida aquí en Guadalajara [General Instruments]" (Entrevista al Gerente General, agosto-septiembre de 2001).

<sup>74</sup>. Incluyen interfases para entrada y salida de soldadura de ola (Maquiser, folleto de presentación, s/f).

<sup>75</sup>. "... en 1994 Motorola nos dio unos proyectos muy importantes de unos equipos para prueba y selección de material. Ellos nos proporcionaron toda una ingeniería y nosotros hicimos todo el maquinado, el ensamble y la conjunción de máquinas: máquinas probadoras de electrónica, automático completamente con alimentador [de piezas] automáticos, con conteo de piezas, etcétera; fue un proyecto muy interesante y eso fue lo que nos trazó prácticamente la pauta a dedicarnos a la fabricación de dispositivos o fixtures [...]. Nuestro crecimiento ha sido sostenido [...] en un 80% por año, tanto en personal, como en espacios que requerimos para hacer nuestro trabajo, como en compra de maquinaria para hacer nuestro trabajo [...] El año récord fue el año pasado y este año creo que vamos a tener una recesión importante". Como resultado del proceso de expansión, la empresa se asocia con una empresa productora de equipos de seguridad, con sede en México, para formar la empresa Sensor Tec con el mismo giro (*op. cit.*).

<sup>76</sup>. "... indirectamente [por medio de sci] hemos enviado equipo a Brasil, [...]a Europa y recientemente a China". Las exportaciones directas son a Marconi Communications (Chicago) y Sun Tech (Japón), habiendo sido la primera empresa la que proporcionó la relación con la segunda (*op. cit.*).

## Bibliografía

- Borras M. y J. Zysman, "Wintelism and the Changing Terms of Global Competition: Prototype of the Future", BIE, *Working Paper* 96B, 1997, p. 23.
- Británica, *Enciclopedia*, 2002.
- Dabat, A. y S. Ordóñez, *Revolución informática, nuevo ciclo industrial y la nueva industria electrónica de exportación en México*, en dictamen en el IIE-UNAM, 2003, p. 175.
- Dussel, E., *Subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco en la década de los noventa*, CEPAL-GTZ, Santiago de Chile, 1998, p. 74.
- Ernst, D., "From partial to systemic globalization: international production networks in the electronics industry", *Berkeley Round Table on International Economics* (BRIE) *Working Paper* 98, 1997, p. 35.
- "What permits small firms to compete in high tech industries? Interorganizational knowledge creation in the taiwanese computer industry", BRIE, 1998, p. 27.
- Electronic Business*, 13 de mayo de 2002.
- Maquiser, Folleto de presentación, s/f, p.1.
- Mertens, L., *Innovación tecnológica, proceso de trabajo y empleo en la industria electrónica internacional* (borrador, versión no corregida), 1986, p. 196.
- Molex, *Annual Report*, 2002, p. 26.
- Ordóñez, S., "La nueva división interindustrial del trabajo y empresas electrónicas en México", *El sector electrónico-informático en América del Norte*, Juan Pablos-U de G-UNAM, en prensa, 2003, p. 72.
- , "Nueva fase de desarrollo y capitalismo del conocimiento: elementos teóricos", *Comercio Exterior*, vol. 54, núm.1, enero de 2004.
- y Fairris D., "IED y desarrollo de la industria electrónica en México en el nuevo contexto internacional",

son de origen nacional e importado de: *a*) nacionales: aluminio y plásticos, y *b*) importados: insumos especializados para la industria electrónica; en el caso de *pallets* (Estados Unidos), equipo neumático (Alemania y Japón), banda antiestática para los transportadores (Estados Unidos).

## Conclusión

El desarrollo reciente de la industria electrónica en México comprende los siguientes procesos productivos: *a*) la nueva división interindustrial e interempresarial del trabajo; *b*) el escalamiento industrial; *c*) la diferenciación de la producción y de las exportaciones, y *d*) formación de cadenas de valor. Estos procesos se han desarrollado bajo la modalidad de la preeminencia de la empresa transnacional electrónica, particularmente estadounidense, aun cuando existen procesos incipientes de incorporación de empresas nacionales en los diferentes niveles de la nueva división interindustrial del trabajo, es decir, como empresas OEM-ODM, contratistas manufactureros y proveedores de segundo círculo de estos últimos.

La industria electrónica en México se concentra en los eslabonamientos de las cadenas de valor de productos finales, particularmente en el subensamble de partes y componentes hacia delante en la cadena de valor (ensamble final, prueba final, control de calidad y empaque); queda excluido, en lo fundamental, el diseño. Se trata básicamente de contratistas manufactureros internacionales que producen en gran escala para las empresas OEM-ODM, si bien existen contratistas que producen en pequeña escala, proceso al cual comienzan a integrarse algunas empresas nacionales o con participación de capital nacional.

La producción de *software* está excluida, en lo fundamental, de las cadenas de valor presentes en México, aun cuando existen empresas OEM-ODM tanto globales como nacionales que comienzan a formar eslabonamientos productivos en este ámbito.<sup>77</sup> La producción de componentes incluye eslabonamientos productivos principalmente de algunos componentes pasivos y de equipos, aparatos y dispositivos de sostén de los procesos de subensamble de partes y componentes. En esos eslabonamientos la cantidad de empresas parece reducida y se trata de empresas globales productoras de la primer categoría de productos, así como de empresas nacionales proveedoras de la segunda categoría, a su vez ambas proveedoras de los contratistas manufactureros y, el segundo tipo de empresa también proveedora de las empresas del primer tipo.

<sup>77</sup>. Aparte de los casos de IBM y GPI que se estudiaron, existen empresas nacionales exclusivamente dedicadas a la producción de *software* que se concentran en la conceptualización y el diseño, como es el caso de la empresa Computación en Acción que elabora *software* para contabilidad empresarial (Entrevista al Gerente General, agosto-septiembre de 2001).

*Investigación Económica*, en prensa, 2004, p. 30.

Palacios, J. J., "Maquiladoras, reorganización productiva y desarrollo regional: el caso de Guadalajara", González-Aréchiga y Ramírez, coords, en *Subcontratación y empresas transnacionales*, Colegio de la Frontera Norte-F. Freidrich Ebert, 1990, p. 29.

—, *Production networks and industrial clustering in developing regions. Electronics manufacturing in Guadalajara, México*, Universidad de Guadalajara, 2001, p. 132.

Woo, G., "Hacia la integración de pequeñas empresas en la industria electrónica de Jalisco: dos casos de estudio", en *Claroscuros. Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México*, CEPAL, México, 2001, p. 50.

[www.flextronics.com](http://www.flextronics.com).

[www.gpi.mx](http://www.gpi.mx).

[www.hp.com](http://www.hp.com).

[www.ibm.com](http://www.ibm.com).

[www.ikir.es](http://www.ikir.es).


[www.jabil.com](http://www.jabil.com).

[www.molex.com](http://www.molex.com).

[www.solelectron.com](http://www.solelectron.com).

[www.thestandard.com](http://www.thestandard.com).

En la producción de componentes activos, en México existen eslabonamientos productivos de semiconductores que no han sido estudiados en este trabajo,<sup>78</sup> los cuales, sin embargo, no están integrados al resto de las cadenas de valor presentes en el país, sino que lo están con cadenas de valor internacionales, pues la totalidad de su producción se dirige a la exportación (Dabat y Ordóñez, 2003).

La configuración espacial de las cadenas de valor en México muestra, en consecuencia, que la industria electrónica se encuentra mayormente integrada "exteriormente" con el sector electrónico-informático (SE-I) mundial, que "interiormente" en cadenas de valor que vinculen productivamente todas las actividades presentes en el país y con el resto de la industrias afines, como la eléctrica. Una configuración de este tipo requeriría de una política industrial activa de integración regional de las cadenas de valor que prevea aspectos como el desarrollo del sector científico-educativo y su articulación con la industria, aprendizaje tecnológico y desarrollo de tecnologías propias, escalamiento industrial, desarrollo de infraestructura y formación de capital humano 

<sup>78</sup>. Está compuesto por tres empresas: Intel (microprocesadores) y Motorola (*wafers*) se localizan en Guadalajara, y Texas Instruments (encapsulado de *chips*) se localiza en Aguascalientes (Dabat y Ordóñez, 2003).